

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 971 636**

51 Int. Cl.:

G01S 13/86 (2006.01)

F41H 11/136 (2011.01)

G01V 3/10 (2006.01)

G01V 3/12 (2006.01)

G01V 3/17 (2006.01)

G01S 13/88 (2006.01)

H04B 5/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.12.2018** **PCT/EP2018/085063**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.06.2019** **WO19115808**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.12.2018** **E 18816084 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.12.2023** **EP 3724679**

54 Título: **Detector de doble tecnología con bobinas transversales**

30 Prioridad:

15.12.2017 FR 1762285

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

06.06.2024

73 Titular/es:

MANNESCHI, ALESSANDRO (100.0%)
15 Via XXV Aprile
52100 Arezzo, IT

72 Inventor/es:

MANNESCHI, ALESSANDRO

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 971 636 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Detector de doble tecnología con bobinas transversales

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere al campo de la detección de objetos objetivo, y más particularmente a la detección de cargas explosivas tales como minas terrestres enterradas en el suelo.

Antecedentes tecnológicos

10 Para detectar cargas explosivas, es conocido el uso de detectores de doble tecnología ("dual detector" en inglés) que comprenden una cabeza de detección que aloja un sensor inductivo y un radar de penetración en el suelo, en la medida en que estas tecnologías son complementarias en cuanto a los tipos de materiales detectados (metales para el sensor inductivo frente a diferencias en las constantes dieléctricas de los materiales y posición relativa para el radar).

15 Sin embargo, durante su utilización, el Solicitante se ha dado cuenta de que el suelo no es neutro desde el punto de vista electromagnético y, por tanto, puede perturbar el acoplamiento entre los devanados. Además, el suelo rara vez es uniformemente magnético, por lo que cuando un operario explora el suelo con el detector, la señal detectada puede variar sólo por la presencia de restos metálicos o por la composición del propio suelo, e incluso puede disparar falsas alarmas.

20 Además, los operarios que utilizan estos detectores pueden no estar suficientemente formados y no sujetar el detector correctamente o realizar un movimiento de exploración inadecuado. La cabeza de detección puede entonces formar un ángulo lateral con el suelo, de modo que una de las bobinas esté más cerca del suelo que la otra, lo que crea una fuerte modulación de la señal y, por tanto, corre el riesgo de desencadenar falsas alarmas. Y aunque el operario esté bien entrenado e intente mantener la cabeza de detección sustancialmente paralelo al suelo en cada punto del movimiento de exploración, no puede modificar localmente su inclinación para tener en cuenta las irregularidades del terreno.

25 Para superar estas dificultades, los fabricantes tienden a reducir la sensibilidad de estos detectores. Sin embargo, existe el riesgo de dejar de poder detectar objetivos enterrados en el suelo y poner así en peligro la vida de los operarios.

Los documentos US 2008/036644, US 2006/091888, US9733353 y US 2013/113648 describen detectores de doble tecnología que comprenden un sensor inductivo y un radar de penetración en el suelo. Los documentos EP0607605 y WO 2017/015730 describen detectores de metales que comprenden un sensor inductivo.

Sumario de la invención

30 Un objetivo de la invención es por tanto proponer un detector de doble tecnología que comprende una cabeza de detección que aloja un sensor inductivo y otro sensor, como un radar de penetración en el suelo, capaz de reducir las falsas alarmas susceptibles de generarse cuando se explora un terreno con el detector, ofreciendo al mismo tiempo una mayor sensibilidad.

35 Para ello, la invención propone un detector de doble tecnología que comprende una cabeza de detección fijada a un mango mediante un enlace mecánico, comprendiendo la cabeza de detección :

- una carcasa que comprende una tapa, en la que está fijado el enlace mecánico, y una base opuesta a la tapa y configurada para orientarse hacia un suelo a sondear,
- un sensor inductivo, montado fijamente en la carcasa,
- un radar de penetración en el suelo, fijado en la carcasa.

40 El radar se coloca en la carcasa de forma que se extienda entre el sensor inductivo y la base. Además, el sensor inductivo comprende una bobina de transmisión y una bobina de recepción separadas que forman cada una un bucle, y en el que la antena transmisora está situada en el centro de una entre la bobina de transmisión y la bobina de recepción y la antena receptora está situada en el centro de la otra de entre la bobina de transmisión y la bobina de recepción.

45 Algunas características preferidas pero no limitantes del detector de doble tecnología descrito anteriormente son las siguientes, tomadas individualmente o en combinación:

- una distancia más corta entre el radar y la base es inferior o igual a un centímetro, preferiblemente entre aproximadamente un milímetro y aproximadamente cinco milímetros.
- la distancia entre el sensor inductivo y la base está comprendida entre aproximadamente 15 milímetros y aproximadamente 30 milímetros.
- el detector también incluye un adaptador de impedancia conectado al radar.

- el adaptador de impedancia está alojado en la carcasa, entre el sensor inductivo y la tapa.
- la bobina de transmisión y la bobina de recepción están separadas y no son concéntricas.
- al menos una de entre la bobina de transmisión y la bobina de recepción es alargada según una dirección determinada, y la antena transmisora y la antena receptora también son alargadas en dicha dirección para maximizar su área de radiación.
- tanto la bobina de transmisión como la de recepción son alargadas en la dirección dada.
- la bobina de transmisión y la bobina de recepción son homopolares.
- la bobina de transmisión y la bobina de recepción comprenden alambres enrollados, teniendo la bobina de transmisión un mayor número de vueltas que la bobina de recepción.
- las bobinas de transmisión y de recepción están impresas directamente en la plataforma, formando ésta un circuito impreso.
- el radar comprende una antena transmisora y una antena receptora de uno de los tipos siguientes: antena de radio de bocina con cuatro nervaduras, antena de mariposa, antena de mariposa rectangular, antena espiral de Arquímedes, antena espiral logarítmica, antena Vivaldi, antena espiral logarítmica alargada.
- las antenas transmisora y receptora son, al menos en parte, de níquel o cromo.
- una parte central de la antena transmisora y de la antena receptora es de cobre e incluye, en la superficie, una capa protectora hecha de oro.
- la antena transmisora y la antena receptora tienen un grosor de entre cien nanómetros y una micra, por ejemplo aproximadamente 200 nm.

20 **Breve descripción de los dibujos**

Otras características, finalidades y ventajas de la presente invención se pondrán de manifiesto a partir de la siguiente descripción detallada y de los dibujos adjuntos, que se dan a modo de ejemplos no limitativos y en los que :

- La figura 1 es una vista en perspectiva de un ejemplo de realización del detector de acuerdo con la invención.
- La figura 2 es una vista desde arriba en despiece y en perspectiva de la cabeza de detección del detector de la figura 1.
- La figura 3 es una vista desde abajo en despiece y en perspectiva de la cabeza de detección del detector de la figura 1.
- La figura 4 es una vista en sección transversal a lo largo del plano P1 de la cabeza de detección del detector de la figura 1.

30 **Descripción detallada de una realización**

Un detector de doble tecnología 1 conforme a la invención que comprende una cabeza de detección 10 fijada a un mango 20 por medio de un enlace mecánico 21.

La cabeza de detección 10 corresponde a la parte destinada a acercarse al suelo para detectar los productos objetivo. para ello incluye:

- una carcasa (18) que comprende una tapa (15) en la que está fijado el enlace mecánico y una base (16) opuesta a la tapa (15) y diseñada para orientarse hacia el suelo a sondear,
- un sensor inductivo 12, 13, montado fijamente en la carcasa 18, y
- un radar de penetración en el suelo 60, montado fijamente en la carcasa 18.

El término "montado fijamente" se utiliza aquí para significar que, en condiciones normales de uso, el sensor inductivo 12, 13 y el radar 60 están inmóviles con respecto a la carcasa 18. El sensor inductivo 12, 13 y el radar 60 pueden desmontarse sin sufrir daños, por ejemplo para operaciones de mantenimiento, o por el contrario estar fijos permanentemente en la carcasa 18.

El sensor inductivo 12, 13 comprende una sola bobina que forma el transmisor y el receptor, o una bobina de transmisión 12 y una bobina de recepción 13 separadas. La bobina de transmisión 12 y la bobina de recepción forman cada una un bucle. En una realización, el bucle de la bobina de transmisión 12 y el bucle de la bobina de recepción tienen una forma tal que el bucle de la bobina de transmisión 12 se solapa al menos parcialmente con el bucle de la bobina de recepción 13 para formar una zona de acoplamiento 14. Esta configuración da como resultado un sensor inductivo con una inductancia mutua mínima.

A título comparativo, con respecto a un sensor inductivo que comprende una sola bobina que constituye el emisor y el receptor y está formado por dos espiras en serie con sentidos invertidos para neutralizar los efectos de las interferencias exteriores, la utilización de dos bobinas separadas 12, 13 para la bobina de transmisión 12 y la bobina de recepción 13 permite amplificar la señal y, por lo tanto, no requiere reducir el umbral de detección para evitar los riesgos de falsas alarmas.

A continuación, la invención se describirá más particularmente en el caso en que el sensor inductivo comprende una bobina de transmisión 12 y una bobina de recepción 13 separadas. Sin embargo, esto no es limitativo, ya que la invención también se aplica en el caso de un sensor inductivo que comprende una sola bobina.

5 La bobina de transmisión 12 y la bobina de recepción 13 son devanados homopolares. De una manera conocida per se, la bobina de transmisión 12 y la bobina de recepción 13 están configuradas para transmitir y recibir ondas que tienen una frecuencia de entre 300 Hz y 180 kHz.

10 El radar de penetración en el suelo 60 comprende una antena transmisora 61 y una antena receptora 62 configuradas para transmitir y recibir ondas electromagnéticas en el suelo, por ejemplo a una frecuencia comprendida entre 100 MHz y 8 GHz. Cuando estas ondas encuentran cambios en el medio, algunas de ellas se reflejan hacia la superficie y son registradas por la antena receptora 62.

15 Para optimizar el acoplamiento entre el radar 60 y el suelo, el radar 60 se coloca en la carcasa 18 de forma que se extiende entre el sensor inductivo 12, 13 y la base 16. Para las altas frecuencias de las ondas electromagnéticas transmitidas y recibidas por el radar 60 (1 GHz y superiores), las longitudes de onda correspondientes son del orden de diez centímetros, de modo que los antinodos de las ondas electromagnéticas se suceden generalmente cada dos a cinco centímetros. Al colocar el radar 60 cerca de la base 16, el radar 60 está cerca del suelo cuando lo explora un operario y, por lo tanto, en la posición en la que su sensibilidad es máxima.

20 Además, al colocar el sensor inductivo 12, 13 a cierta distancia de la base 16, ésta se aleja del suelo durante la exploración, lo que reduce su sensibilidad a los residuos magnéticos presentes en el suelo o en el suelo magnético. Como el objetivo es más grande que los residuos, su señal disminuye más lentamente cuando se aleja el sensor inductivo 11, 12. Por tanto, la relación entre la amplitud de la señal del objetivo y la amplitud de la señal de los residuos es mejor.

Por último, esta configuración espacial del sensor inductivo 12, 13 y del radar 60 permite desacoplarlos mejor y limita o incluso evita los riesgos de interferencia.

25 La posición respectiva del radar 60 y del sensor inductivo 12, 13 con respecto a la base 16 garantiza así un acoplamiento óptimo y, en consecuencia, permite aumentar la sensibilidad de detección del detector 1.

Preferiblemente, el radar 60 se coloca lo más cerca posible de la base 16, o incluso en contacto con la base 16. Por ejemplo, el radar 60 se coloca en la carcasa 18 de modo que la distancia más corta d entre el radar 60 y la base 16 sea inferior a un centímetro, preferiblemente entre aproximadamente un milímetro y aproximadamente cinco milímetros (con una precisión del 10%).

30 La antena transmisora 61 y la antena receptora se colocan preferiblemente de forma que se extiendan paralelas al suelo durante la detección. Esta configuración espacial permite optimizar la detección de cambios en el entorno por parte del radar 60. Para ello, la antena transmisora 61 y la antena receptora 62 se colocan preferentemente en la carcasa 18 de forma que se extiendan en un plano paralelo a la base 16 de la carcasa 18. La distancia más corta entre el radar 60 y la base 16 de la carcasa 18 es, por tanto, igual al grosor del entrehierro que los separa.

35 El sensor inductivo 12, 13 puede colocarse cerca de la cubierta 15, y en particular de la parte de la cubierta 15 que comprende el enlace mecánico, con el fin de alejar el sensor inductivo 12, 13 del suelo cuando el detector 1 está en uso. Por ejemplo, el sensor inductivo 12, 13 puede colocarse a una distancia D de unos pocos centímetros de la base 16, típicamente entre unos quince milímetros y unos treinta milímetros (con una precisión del 10%).

40 Dado que los circuitos del detector 1 tienen una resistencia eléctrica elevada (es decir, del orden de cincuenta Ohm), el detector 1 comprende también un adaptador de impedancia 30 conectado a la antena transmisora 61 y a la antena receptora 62. Preferentemente, el adaptador de impedancia 30 está conectado a una parte central de cada antena 61, 62.

En particular, el adaptador de impedancia 30 puede alojarse en la carcasa 18, entre la cubierta 15 y el sensor inductivo 12, 13.

45 En una primera realización, la bobina de transmisión 12 y la bobina de recepción 13 se imprimen directamente en la cara de la plataforma 11. La plataforma 11 y las bobinas de emisión y recepción 12, 13 forman, por tanto, un circuito impreso. Esta realización tiene la ventaja de reducir el tamaño del sensor inductivo de la cabeza de detección 10 y el peso total del detector 1. Sin embargo, el coste no es desdeñable. Por lo tanto, en una segunda realización, que se ilustra en las figuras 2 y 3, la bobina de transmisión 12 y la bobina de recepción 13 pueden comprender alambres enrollados, teniendo la bobina de transmisión 12 un mayor número de vueltas que la bobina de recepción 13.

50 El enlace mecánico 21 puede ser un enlace de tipo empotrado, pivotante o de rótula. Preferiblemente, como se ilustra en las figuras, el enlace mecánico 21 comprende un pivote.

Opcionalmente, el detector 1 también comprende medios 40 para el agarre del detector 1 por un operario. Típicamente, los medios de agarre 40 pueden comprender un aro 41 configurado para recibir de forma deslizable el brazo del operario así como una empuñadura 42 configurada para ser agarrada por el operario.

5 El mango 20 puede ser telescópico y/o constar de varias partes distintas configuradas para ensamblarse entre sí antes de fijarse juntas, por ejemplo mediante atornillado.

De una manera conocida per se, el detector 1 comprende también medios de procesamiento 50 que comprenden, en particular, un microprocesador configurado para procesar la señal detectada por el sensor inductivo 12, 13, como una o varias tarjetas electrónicas, una memoria y, en su caso, medios de aviso y/o un dispositivo de visualización 51.

Los medios de procesamiento 50 pueden estar alojados total o parcialmente en los medios de agarre 40.

10 Los bucles de la bobina de transmisión 12 y de la bobina de recepción 13 pueden ser alargados, es decir, tienen una dimensión en el plano de la plataforma 11 que es mayor que la otra dimensión. Cuando la antena transmisora 61 y la antena receptora 62 se alojan cada una en el centro de uno de los bucles de las bobinas de transmisión y de recepción 12 y 13, las antenas transmisora y receptora 61, 62 y 12, 13 también se alargan a lo largo de la dimensión mayor de los bucles de las bobinas de transmisión y de recepción 12 y 13 para maximizar su superficie de radiación y, por tanto, su capacidad de transmisión. Por ejemplo, la antena transmisora 61 y la antena receptora 62 pueden tener la forma de una espiral logarítmica alargada para maximizar la superficie de radiación y la ganancia de las antenas, minimizando al mismo tiempo la longitud de cada filamento 63 que forma la espiral de las antenas 61, 62 para no aumentar el impulso. En una antena con una espiral logarítmica alargada, la separación entre los filamentos 63 de la espiral es mayor y aumenta logarítmicamente. Por ejemplo, la espiral logarítmica alargada que forma las antenas 61, 62 puede tener aproximadamente 150 cm de alto por 80 cm de ancho. Alternativamente, la antena transmisora 61 y la antena receptora 62 del radar 60 pueden ser de uno de los siguientes tipos: antena de radio de bocina con cuatro nervaduras, antena de mariposa, antena de mariposa rectangular, antena espiral de Arquímedes, antena espiral logarítmica, antena Vivaldi.

25 De una manera conocida per se, la antena transmisora 61 y la antena receptora 62 pueden estar hechas de cobre, que es un buen conductor eléctrico.

Sin embargo, para reducir el riesgo de oxidación de las antenas, las antenas transmisoras y receptoras 61, 62 12, 13 pueden ser en parte de níquel y/o cromo y en parte de cobre. El níquel y el cromo tienen la ventaja de no oxidarse con el tiempo y de ser conductores de la electricidad.

30 Por ejemplo, el centro 64 de cada antena 61, 62 puede estar hecho de cobre y protegido por una capa que comprenda oro, mientras que el resto 65 de las antenas 61, 62 están hechas de níquel y/o cromo. La zona que se extiende entre el centro 64 de cada antena 61, 62 y el resto de la antena 61, 62 puede ser de cobre y estar recubierta de una capa de níquel (y/o cromo).

35 Además, para limitar las interacciones con las bobinas de transmisión y recepción 12, 13, un grosor de la antena transmisora 61 y de la antena receptora 62 es menor que el efecto de superficie de las bobinas 12, 13. De este modo, las antenas 61, 62 se vuelven invisibles al campo magnético del sensor inductivo. Cabe señalar, no obstante, que el grosor de las antenas transmisoras y receptoras 12, 13 debe seguir siendo superior a un grosor límite para garantizar una resistencia mecánica suficiente de las antenas 61, 62 y evitar cualquier riesgo de rotura. El grosor de las antenas transmisora y receptora 61, 62 se elige, por tanto, entre un centenar de nanómetros y una micra. Por ejemplo, la antena transmisora 61 y la antena receptora 62 pueden tener un grosor del orden de 200 nm (con una precisión del 10%).

40 Para realizar las antenas 61, 62 de este grosor, se puede considerar, en particular, una técnica de deposición física en fase vapor (habitualmente designada por su acrónimo inglés PVD por Physical Vapor Deposition). Esta técnica permite obtener antenas 61, 62 de muy poco grosor con gran precisión dimensional y producir varias antenas a la vez.

REIVINDICACIONES

1. Detector de doble tecnología (1) que comprende una cabeza de detección fijada a un mango mediante un enlace mecánico, comprendiendo la cabeza de detección:
 - 5 - una carcasa (18) que comprende una tapa (16), a la que está fijado el enlace mecánico, y una base (15) opuesta a la tapa (16) y configurada para orientarse hacia un suelo a sondear,
 - un sensor inductivo, montado fijamente en la carcasa (18),
 - un radar de penetración en el suelo (60), montado fijamente en la carcasa (18); estando el radar (60) colocado en la carcasa (18) de manera que se extiende entre el sensor inductivo (12, 13) y la base (15)
- 10 estando el detector **caracterizado porque** el sensor inductivo (13) comprende una bobina de transmisión (12) y una bobina de recepción (13) separadas que forman cada una un bucle, y **porque** la antena transmisora (61) está alojada en el centro de una de entre la bobina de transmisión (12) y la bobina de recepción (13) y la antena receptora (62) está alojada en el centro de la otra de entre la bobina de transmisión (12) y la bobina de recepción (13).
2. Detector según la reivindicación 1, en el que la distancia más corta (d) entre el radar (60) y la base (15) es menor o igual a un centímetro, preferiblemente entre aproximadamente un milímetro y aproximadamente cinco milímetros.
- 15 3. Detector según la reivindicación 1, en el que una distancia adicional (D) entre el sensor inductivo (12, 13) y la base (15) está comprendida entre aproximadamente 15 milímetros y aproximadamente 30 milímetros.
4. Detector según una de las reivindicaciones 1 a 3, que comprende además un adaptador de impedancia conectado al radar.
- 20 5. Detector según la reivindicación 4, en el que el adaptador de impedancia está alojado en la carcasa (18), entre el sensor inductivo (12, 13) y la tapa (16).
6. Detector según una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que la bobina de transmisión (12) y la bobina de recepción (13) están separadas y no son concéntricas.
- 25 7. Detector según una de las reivindicaciones 1 a 6, en el que al menos una de entre la bobina de transmisión (12) y la bobina de recepción (13) es de forma alargada según una dirección determinada, siendo las antenas transmisora y receptora (61, 62) también de forma alargada según dicha dirección para maximizar su área radiante.
8. Detector según una de las reivindicaciones 1 a 6, en el que tanto la bobina de transmisión (12) como la bobina de recepción (13) son de forma alargada según la dirección dada.
9. Detector según una de las reivindicaciones 1 a 8, en el que la bobina de transmisión (12) y la bobina de recepción (13) son homopolares.
- 30 10. Detector según una de las reivindicaciones 1 a 9, en el que la bobina de transmisión (12) y la bobina de recepción (13) comprenden alambres enrollados, teniendo la bobina de transmisión (12) un mayor número de vueltas que la bobina de recepción (13).
11. Detector (1) según una de las reivindicaciones 1 a 10, en el que la bobina de transmisión (12) y la bobina de recepción (13) están impresas directamente sobre la plataforma (11), formando entonces la plataforma (11) un circuito impreso.
- 35 12. Detector (1) según una de las reivindicaciones 1 a 11, en el que el radar (60) comprende una antena transmisora (61) y una antena receptora (62) de uno de los siguientes tipos: antena de radio de bocina con cuatro nervaduras, antena de mariposa, antena de mariposa rectangular, antena espiral de Arquímedes, antena espiral logarítmica, antena de Vivaldi, antena espiral logarítmica alargada.
- 40 13. Detector (1) según la reivindicación 10, en el que la antena transmisora (61) y la antena receptora (62) están hechas al menos parcialmente de níquel o cromo.
14. Detector (1) según la reivindicación 13, en el que una parte central de la antena transmisora (61) y de la antena receptora (62) es de cobre y comprende, en la superficie, una capa protectora hecha de oro.
- 45 15. Detector (1) según una de las reivindicaciones 12 a 14, en el que la antena transmisora (61) y la antena receptora (62) tienen un espesor comprendido entre cien nanómetros y una micra, por ejemplo igual a aproximadamente 200 nm.

FIG. 1

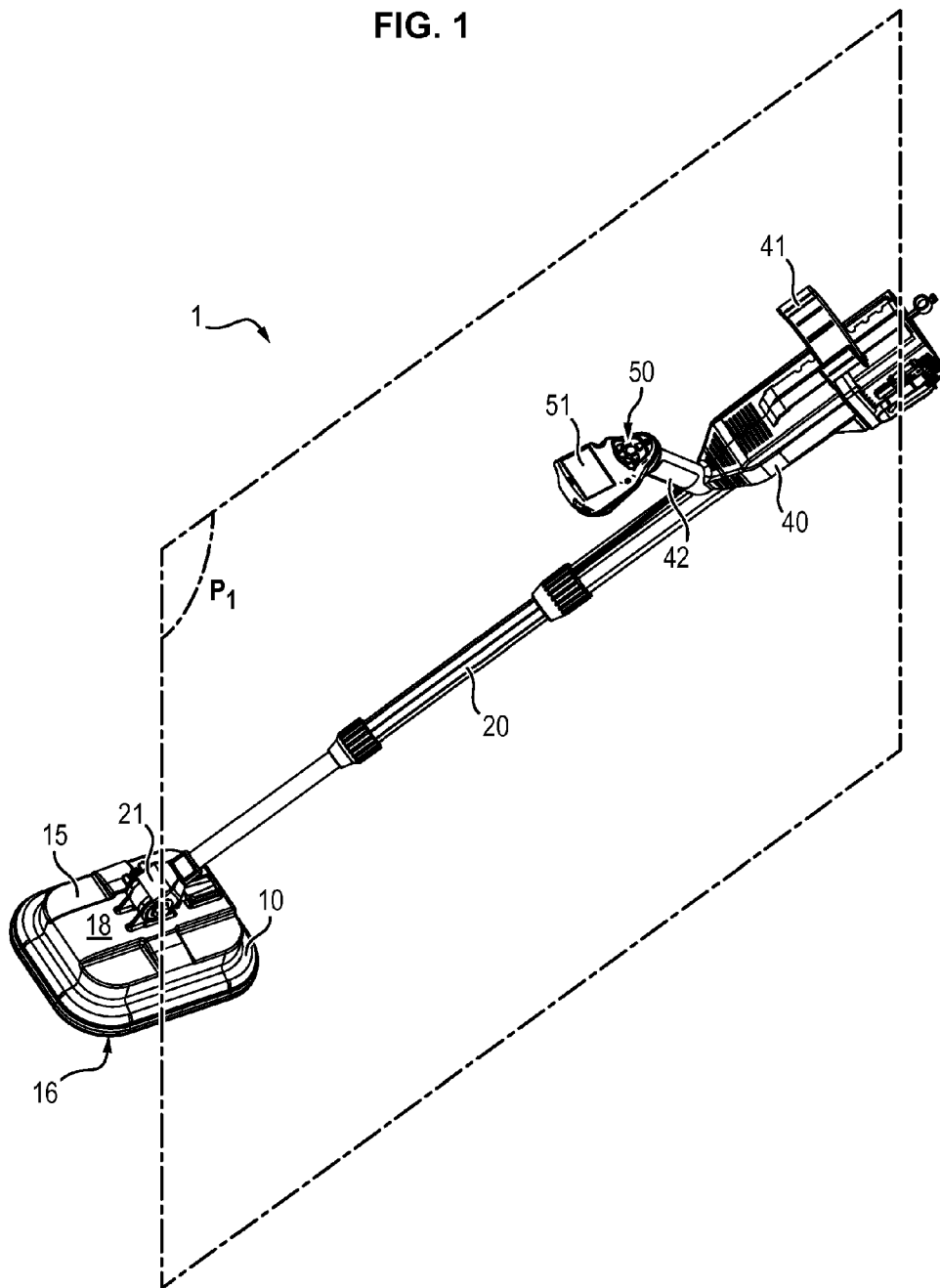
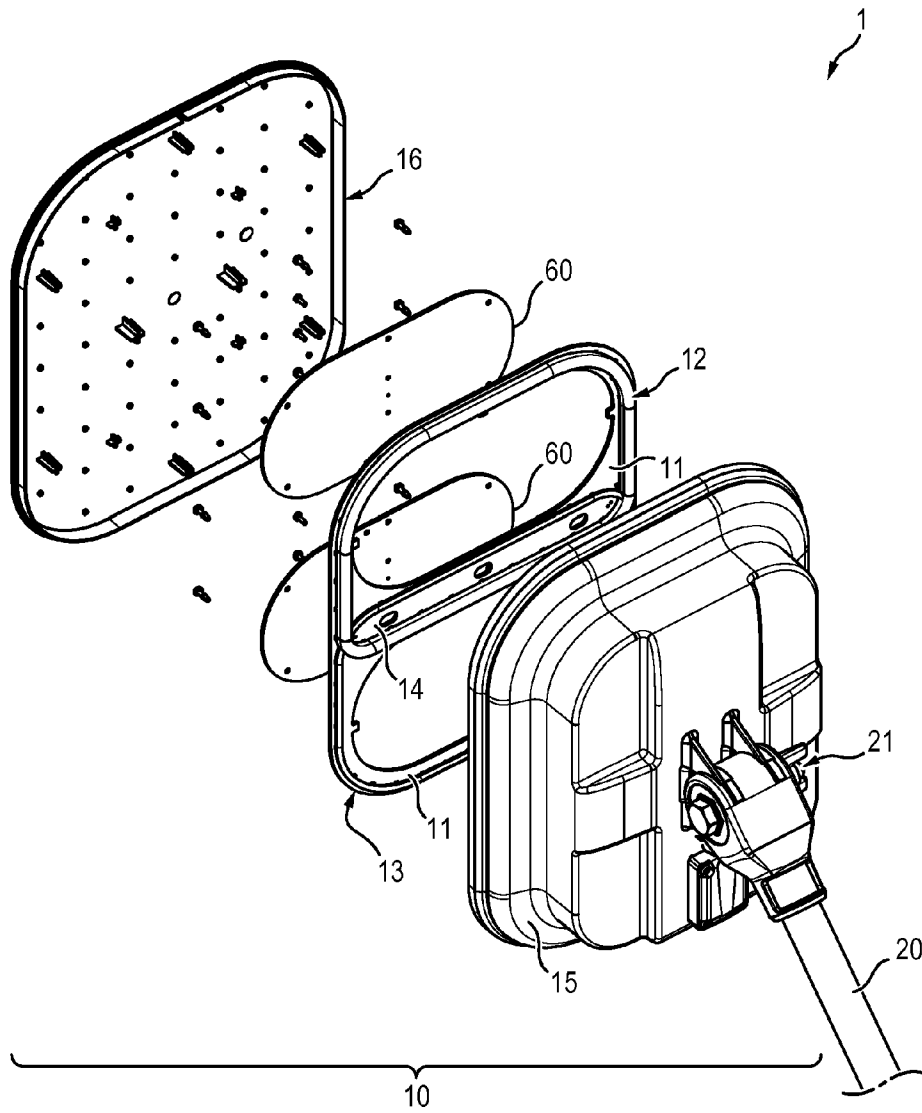


FIG. 2



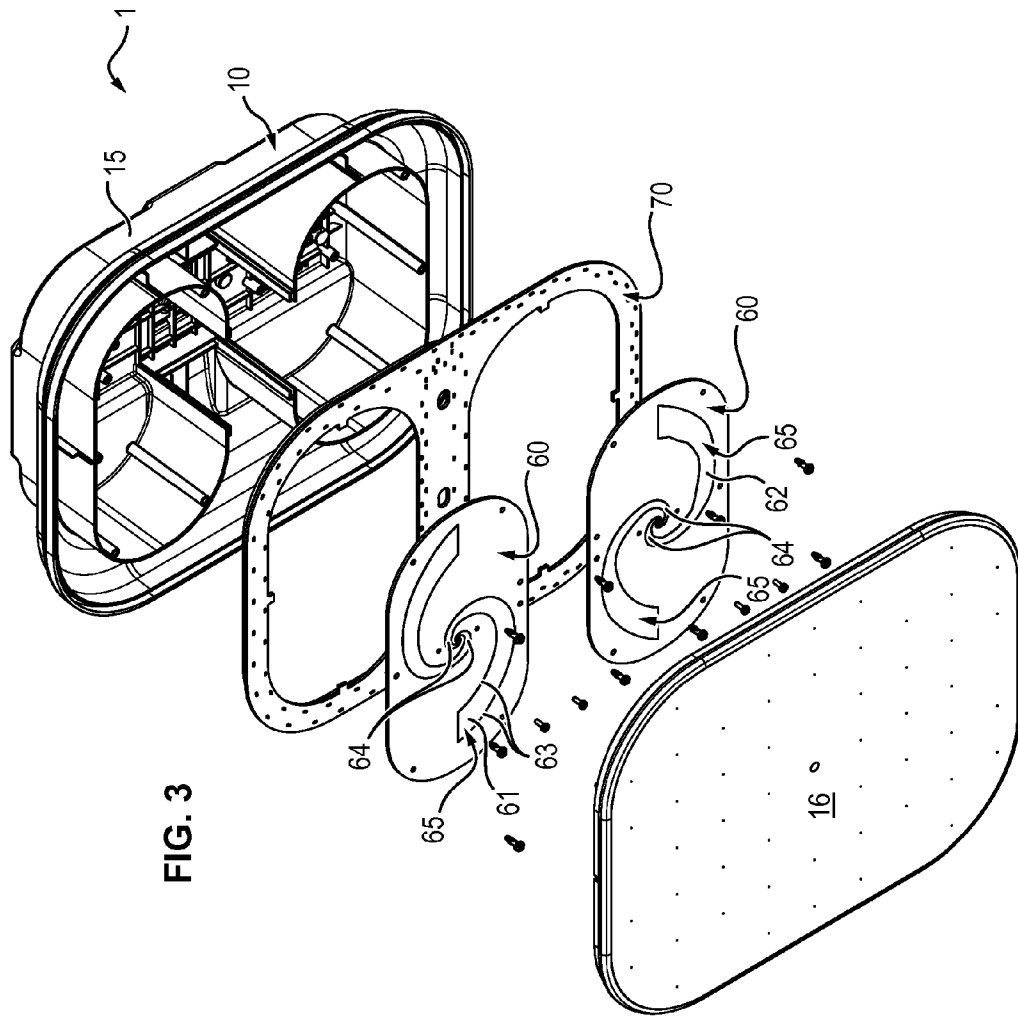


FIG. 3

